

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

« _____ » _____ 2020 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 133 – Галузеве машинобудування

на тему: Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою

Студент групи IV к. ЛП-61-1	_____ Куценко Вадим Валентинович _____	_____
(шифр групи)	(прізвище, ім'я, по батькові)	(підпис)

Керівник проєкту:

доцент, к.т.н. Сідоров Д.Е. _____	_____
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

Консультанти

ТЕХ. МАШ. _____	ст.викл. Борщик С.О.
-----------------	----------------------

НА СХОЖІСТЬ ПЕРЕВІРКА _____	проф. Щербина В.Ю.
-----------------------------	--------------------

РЕЦЕНЗЕНТ _____	
-----------------	--

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки – 133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування – Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Куценку Вадиму Валентиновичу

1. Тема проєкту «Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою», керівник проєкту Сідоров Дмитро Едуардович, доцент, к.т.н., затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №

2. Термін подання студентом проєкту 11.06.2020р.

3. Вихідні дані до проєкту

діаметр черв'яка $D=63\text{мм}$; загальна довжина черв'яка 25D; матеріал що перероблюється – поліетилен високої густини, максимальне число обертів черв'яка 2,67 об/с; Крок черв'яка 0,06 м; Ширина витка 0,007 м; Число заходів черв'яка 1; Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження 0,046 м; Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження 0,0085 м; Глибина гвинтового каналу в зоні дозування 0,003 м; Середня глибина канавки витка черв'яка 0,00575 м; Довжина зони дозування черв'яка 1,12 м; Масова продуктивність черв'ячного редуктора 0,08 кг/с; Об'ємна витрата розплаву поліетилену $87 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; Тиск в пресі $75 \cdot 10^6 \text{ МПа}$; Температура матеріалу, що завантажується 20°C ; Температура стінки 250°C ; Температура плавлення розплаву 200°C ; Довжина зони гранулювання черв'яка 1,2 м.

4. Зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» та «Технологія машинобудування». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення й галузь застосування виробу, що проєктується», «Технічна характеристика базової машини», «Опис конструкції, її основних частин і принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування модернізованої (розроблюваної) конструкції», «Очікувані механіко-економічні показники», «Висновки», «Перелік посилань»

5. Перелік графічного матеріалу

Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою А1

Технологічна лінія виробництва труб з поліетилену типу ЛТ-63/32-20-110 А1

Корпус. А1

Черв'як. А1

Кондуктор для розсвердлювання отворів Ø18 А1

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машиноудув.	Борщик С.О.		
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання25.05.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вступ. Опис технологічної лінії	25.05.2020-27.05.2020	
2	Опис конструкції і принципу дії машини. Технічні характеристики машини.	28.05.2020-29.05.2020	
3	Здійснення пошуку патентів	30.05.2020	
4	Обґрунтування модернізації	31.05.2020	
5	Виконання розділу «Пояснювальна записка»	01.06.2020-02.06.2020	
6	Виконання розділу «Розрахунки»	03.06.2020-04.06.2020	
7	Виконання розділу «Технологія машинобудування»	05.06.2020-06.06.2020	
8	Побудова креслень в графічному редакторі «AutoCad»	07.06.2020-08.06.2020	
9	Оформлення записки дипломного проєкту	09.06.2020-10.06.2020	

Студент

Куценко В.В.

Керівник проєкту

Сідоров Д.Е.

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	
Реферат з ключовими словами (іноземна мова).....	
Перелік позначень.....	
Пояснювальна записка (ЛП611.117246.01-70ПЗ).....	
Розрахунки (ЛП611.117246.02-70РР).....	
Технологія машинобудування (ЛП611.117246.03-70ТЕ).....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	
ДОДАТКИ.....	
Додаток А. Таблиця розглянутих патентів.....	
Додаток Б. Розрахунок тиску, який розвиває черв'як на мові програмування FORTRAN.....	
Додаток В. Результати розрахунку на міцність в системі ANSYS	
Додаток Г. Експлікація технологічної лінії виробництва труб.....	
Додаток Д. Специфікації.....	

РЕФЕРАТ

Розроблено бакалаврський дипломний проект на тему «Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою».

Метою проекту є модернізація завантажувального пристрою екструзійного агрегату. Дипломний проект вміщує «Пояснювальну записку», «Розрахунки», «Технологію машинобудування» та графічну частину. Загальний обсяг дипломного проекту становить: 58 с., 18 рис., 3 табл., 31 джерел та 6 креслень.

Методи розробки і проектування - аналітичні, розрахункові, проектувальні; з використанням відомих методів, комп'ютерних програм, нормативних документів.

При розробці і проектуванні екструзійного агрегату, на основі аналітичного огляду науково-технічної літератури, нормативної та конструкторської документації, патентних досліджень, інженерно-технічних розрахунків, виконано наступне:

- вивчено принципи роботи і конструкцію промислових екструдерів для виробництва поліетилену, проаналізовано технічні параметри і характеристики цих машин;
- проведено низку інженерних розрахунків, потрібних для проектування і розробки екструдера, згідно з технічним завданням;
- на основі виконаних патентних досліджень модернізовано завантажувальну горловину екструдера;
- розроблено і спроектовано екструдер для виробництва поліетилену високої густини з модернізацією завантажувальної горловини.

Ключові слова: ПОЛІЕТИЛЕН, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС, ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ЧЕРВ'ЯК, ГОЛОВКА,

ABSTRACT

A bachelor's thesis project on "Extrusion unit with modernization of the loading device" has been developed.

The aim of the project is to modernize the loading device of the extrusion unit. The diploma project contains "Explanatory note", "Calculations", "Mechanical Engineering Technology" and a graphic part. The total volume of the diploma project is: 58 pages, 18 figures, 3 tables, 31 sources and 6 drawings.

Methods of development and design - analytical, calculation, design; using known methods, computer programs, regulations.

During the development and design of the extrusion unit, based on an analytical review of scientific and technical literature, regulatory and design documentation, patent research, engineering calculations, the following was performed:

- studied the principles of operation and design of industrial extruders for the production of polyethylene, analyzed the technical parameters and characteristics of these machines;
- performed a number of engineering calculations required for the development and design of the extruder, in accordance with the terms of reference;
- on the basis of the performed patent researches the loading mouth of the extruder is modernized;
- developed and designed an extruder for the production of high density polyethylene with modernization of the loading neck.

Keywords: POLYETHYLENE, SCREW EXTRUDER, LOADING HOPPER, SCREW, HEAD RESISTANCE

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

D, d – діаметр, м;

G – витрата, $\text{м}^3/\text{с}$ (або $\text{кг}/\text{с}$);

H, h – висота, м;

N – потужність, Вт;

Q – тепловий потік, Вт;

T – температура, К;

b – ширина, м;

m – маса, кг;

n – частота обертання, с^{-1} ;

q – густина теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

t – температура, $^{\circ}\text{C}$

α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$;

δ – товщина, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$;

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, $\text{м}^2/\text{с}$;

A – площа, м^2 ;

K – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$

Зміст

ВСТУП

1. Призначення та область застосування черв'ячного екструдера.....	
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МАШИНИ.....	
3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ПРЕСУ ЧП63×25	
4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	
4.1 Висновки за результатами патентного пошуку	
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	
5.1 Електробезпека.....	
5.2 Повітря робочої зони	
5.3 Виробничий шум.....	
5.4 Освітлення на робочих місцях	
5.5 Пожежна безпека.....	
6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	
ВИСНОВКИ.....	

					ЛП611.117246.01-70ПЗ			
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата				
Розроб.	Куценко				Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою		Літ.	Арк.
Перевір.	Сідоров							Акрушів
Керівник								
Н. Контр.							КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Затверд.	Гондляр							

Вступ

Виробництво продукції з термопластичних штучних полімерних матеріалів в нашій державі зростає особливо швидкими темпами. Водночас з розширенням номенклатури виробів розвивається техніка переробки полімерів у вироби найрізноманітнішого призначення. Тому одними з найпоширеніших методів переробки полімерних матеріалів зараз є екструзійні методи. А екструзійне обладнання відповідно набуває винятково широкого застосування.

Сучасне устаткування і технології виробництва труб з полімерів дозволяє отримати при спорудженні зовнішніх мереж (вентиляційних каналів, водопроводів, систем меліорації безнапірних і напірних каналізаційних колекторів, електротехнічних і каналів зв'язку) ряд переваг у порівнянні з трубами з чавуна та сталі, а саме:

- довголітня гарантія експлуатації;
- хімічна стійкість, особливо до деяких агресивних речовин органічного походження;
- невелика погонна маса;
- достатньо висока механічна стійкість;
- стійкість до гідравлічного удару, завдяки своїй еластичності;
- при заморожуванні рідини в трубах, вони не лопаються, після розморожування продовжують функціонувати;
- висока стійкість до зношування (у 10 разів більша сталі) дає можливість використовувати труби для гідротранспорту;
- стійкість до хімічної корозії;
- пластичність;
- висока еластичність труби дозволяє споруджувати водопроводи в більшості випадків без компенсаторів;
- стала пропускна спроможність у процесі експлуатації;
- достатньо гладка внутрішня поверхня труби дає незначний опір руху середовищу;
- зручність при веденні монтажних і ремонтно-будівельних робіт;

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– низька вартість (з монтажем вигреш у ціні складає 30-40% порівняно з аналогічними металевими трубами).

Тому тема дипломного проекту відповідає вимогам сучасності.

Метою дипломного проекту є розробка завантажувального пристрою, здійснення параметричного, теплового та розрахунків на міцність основних вузлів і деталей шнекового преса, які підтверджують працездатність конструкції, а також розробку графічної частини, яка включає необхідні етапи проектування преса: загальний вид лінії, в яку входить прес ЧП-63, загальний вигляд пресу ЧП-63 та основних його вузлів. Розробка черв'ячного преса ЧП-63 також несе в собі наступні розділи: технологія машинобудування та охорона праці.

Основною тематикою дипломного проекту є вдосконалення завантажувального пристрою.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Призначення та область застосування черв'ячного екструдера

Основним устаткуванням для переробки поліетилену методом екструзії служать екструзійні агрегати, що називаються також черв'ячними пресами. В окремих випадках для переробки полімерів і композицій на їх основі успішно застосовують безшнекові або дискові екструдери. Формувальний тиск створюється в них за рахунок ефекту Вайссенберга. Дискові екструдери використовують у тих випадках, коли важливо забезпечити добру якість змішування, але не потрібно високого тиску формування. Також створені комбіновані черв'ячно-дискові екструдери, особливо ефективні тоді, коли необхідна висока якість змішування, а розплав перероблюваного матеріалу володіє відносно низкою в'язкістю і досить високою еластичністю. Найбільше поширення в промисловості отримали одношнекові екструдери. Екструзією на одношнекових машинах можуть бути перероблені практично усі відомі полімери і їхні композиції. Часто екструзійне устаткування входить до складу агрегатів у якості пластикаційних пристроїв. Продуктивність одночерв'ячних екструдерів складає від 3 до 20000 кг/год.

Черв'ячний екструдер служить для отримання однорідного полімерного розплаву і подачі його під тиском у формуючу голівку.

Основним робочим органом екструдера є корпус, всередині якого обертається черв'як. Завантаження перероблюваного матеріалу здійснюється за допомогою завантажувального пристрою, конструктивне оформлення якого визначається станом і формою часток сировинного матеріалу. Формуючий інструмент встановлюється на виході з корпусу, який обігрівается за допомогою нагрівачів. Привід черв'яка, закріпленого в опорному вузлі, здійснюється від електродвигуна через редуктор і муфту. В процесі переробки вихідний матеріал із завантажувального пристрою надходить у корпус і переміщується в осьовому напрямку у гвинтовому каналі черв'яка, утвореному внутрішньою поверхнею корпусу і нарізкою черв'яка.

Під час руху матеріал ущільнюється, розплавляється, відбувається дегазація і гомогенізація розплаву, розвивається тиск, під дією якого підготовлений розплав

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

продавлюється через формуючий інструмент. В одночерв'ячному екструдері в напрямку руху матеріалу виділяються зони: живлення (завантаження), плавлення (пластикації) і дозування (видавлювання).

У зоні живлення відбувається приймання перероблюваного матеріалу, його переміщення в напрямку зони розплавлювання та ущільнювання. Для підвищення ефективності завантажувальна частина виготовляється з достатньо великим об'ємом гвинтового каналу шнека, а також застосовуються пристрої для примусового живлення екструдера.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і видалення газових включень. Для якісного виконання вказаних процесів канал черв'ячного вала в зоні плавлення виготовляється з поступово зменшуваним об'ємом, який можна досягти в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії або обох цих параметрів.

У дозувальній зоні проходить усереднення розплаву і утворюється тиск, внаслідок якого розплав протискається через формуючий канал.

Черв'ячні вали, діаметр яких може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиснення і кількістю заходів нарізки гвинтової лінії.

Довжина технологічних зон екструдера може варіюватися в достатньо значних межах, залежно від властивостей сировинного матеріалу і особливостей технології переробки.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2 Технічна характеристика базової машини

Основні показники екструдера 63×25 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика преса ЧП63×25

Найменування параметру	Значення параметру
Продуктивність, кг/год	120
Довжина труби у відрізках, м	2–6
Швидкість відводу труб , яка кінематично забезпечується механізмами, м/с	0,0125-0,333
Встановлена потужність електрообладнання, кВт:	59
електродвигуна	55
вентиляторів	4
Енергозабезпечення:	мережа трифазного струму
електрозабезпечення	380-220
напруга, В	50
частота, Гц	7-9 клас забруднення
стиснене повітря, згідно з ГОСТ 17433-80	0,4-0,59
тиск, МПа	0,0017
об'ємна витрата стисненого повітря за температури $t=293\text{ K}$, $\text{м}^3/\text{с}$	

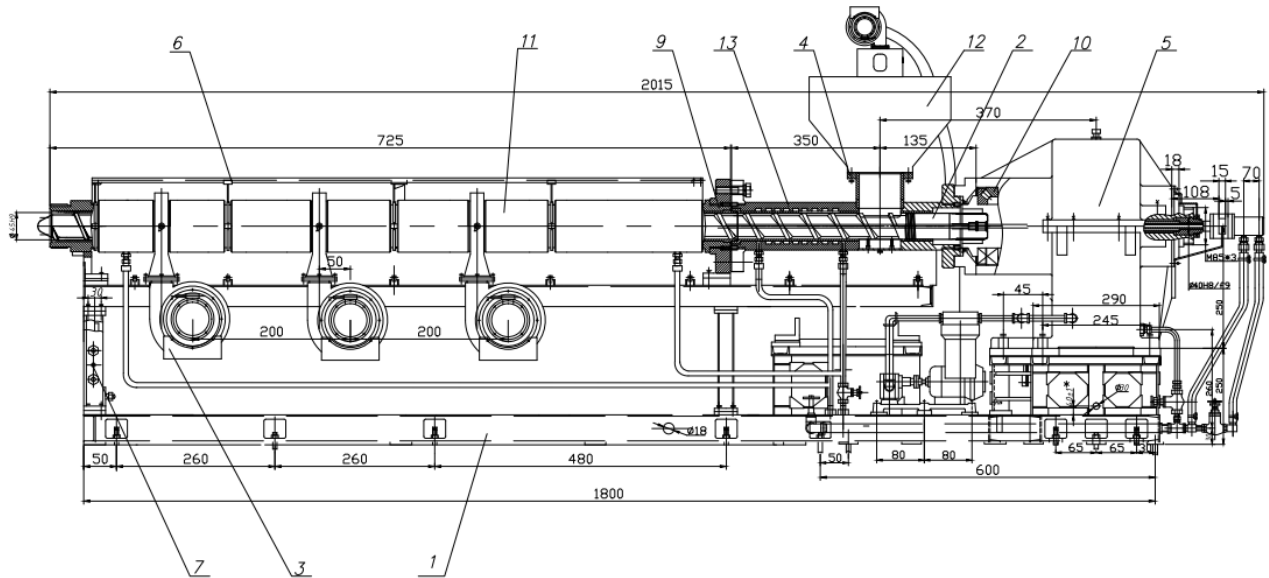
Найменування параметру	Значення параметру
Водозабезпечення:	
об'ємна витрата води за температури $t=293\text{ K}$, $\text{м}^3/\text{с}$	0,0022
тиск, МПа	0,21–0,59
температура, К	288 – 308

Габаритні розміри, м, не більше:	
довжина	30,64
ширина	4,7
висота	2,73
Маса, кг, не більше	9900

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 Опис конструкції та принцип дії пресу ЧП63×25

Екструдер черв'ячний ЧП63×25 використовується для безперерного перероблення гранул термопластів в однорідний розплавлений стан і рівномірного витискування його крізь формуючий канал (рисунок 3.1).



1 – станина; 2 – черв'як; 3 – вентилятор; 4 – фланець воронки;
5 – редуктор; 6 – кожух; 7 – стояк; 8 – привід редуктора; 9 – фланець;
10 – опорний підшипник; 11 – корпус; 12 – бункер завантажувальний;
13 – охолоджуюча оболонка

Рисунок 3.1 – Схема екструдера 63×25

Основним робочим органом шнекових пресів є товстостінний циліндричний корпус, у якому обертається і перемішує полімерний матеріал черв'як (шнек). Черв'яки, діаметр яких варіюється і може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перетину каналу, довжиною гвинтової стрічки, кроком, ступенем стискування і кількістю заходів нарізки.

Під час обертання черв'ячного вала матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореним внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка. Транспортування супроводжується інтенсивними термопластичними перетвореннями матеріалу та зростанням тиску.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Разом з тим, одночасно в екструдері проходять наступні процеси: розігрівання полімерного матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, яка підводиться від системи підігрівання циліндра; ініційовані зростаючим тиском та температурою фазові, хімічні та інші перетворення, ущільнення та гомогенізація матеріалів; змішування різних компонентів; вилучення з матеріалів газоподібних та інших шкідливих домішок.

У зоні живлення відбувається подача перероблюваного матеріалу з бункера, його пересування в бік ділянки ущільнення і плавлення. Для підвищення продуктивності завантажувальна зона виготовляється з більшим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні пластикації відбувається ущільнення, розплавлювання, дегазація полімерного матеріалу. Для ефективного здійснення згаданих процесів канал черв'яка в зоні плавлення виготовляється з поступово зменшуваним об'ємом гвинтового каналу, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини, кроку гвинтової лінії або завдяки обох параметрів одночасно.

У зоні дозування проходить перемішування розплаву і утворення тиску, внаслідок якого розплав продавлюється крізь канал формуючої головки.

Воронка завантажувальна представляє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором та водяним охолодженням. Складається вона із корпусу та вставної гільзи. До воронки завантажувальної за допомогою фланця кріпиться бункер з автоматичним заповненням матеріалу.

Температура поверхні гільзи контролюється завдяки перетворювачу термоелектричному, в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має чотири зони обігріву електричними нагрівачами. Охолодження ділянок корпусу відбувається від чотирьох незалежних вентиляторів та за допомогою системи водяного охолодження. Для достатньо точного контролю температури корпусу на ньому встановлюють термоелектричні перетворювачі.

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної воронки, черв'яка, а також мастила в картері редуктора.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Черв'як шліцьовим з'єднанням кріпиться до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Шнековий вал завдяки шліцьовому з'єднанню приєднаний через муфту до тихохідного редуктора.

Формуюча головка кріпиться до циліндра екструдера фланцевим з'єднанням.

Корпус складається із завантажувальної і плавильної ділянок. Всі частини з'єднуються між собою за допомогою фланців. До завантажувальної воронки, також за допомогою фланців, приєднується блок радіально-упорних підшипників. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівачі, завдяки яким корпус нагрівається, та відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, за допомогою якої охолоджується завантажувальна зона екструдера.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Поставивши за мету вдосконалення завантажувального пристрою проведемо деякий аналіз існуючих запатентованих конструкцій.

Достатньо відома конструкція завантажувальної горловини для черв'ячного яка, має вигляд змонтованої на корпусі преса воронки з розташованим у ній обертовим перегрібачем, виконаним у вигляді вертикального вала з горизонтальними пальцями, та індивідуальним уруховником, змонтованим на кришці горловини (Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 204, рис. 4.40).

Згадана конструкція досить ефективно ворушить частинки полімерної сировини, перешкоджаючи їй злипанню і сприяючи сталій подачі в міжвитковий зазор преса. Вадюю такої конструкції є потреба додаткового приводного механізму перегрібача, що значно ускладнює конструкцію та підвищує енергомісткість процесу завантаження.

Досить близьким до згаданої конструкції є завантажувальний пристрій черв'ячного преса, який складається із змонтованої на корпусі екструдера горловини, всередині якої на осі встановлюється обертовий перегрібник, зубці якого входять в зачеплення з гвинтовою лінією шнека, при цьому перегрібач виконаний у вигляді стрижнів, які кріпляться по радіусу втулки, що монтується на осі, а зубці перегрібача розміщуються на кінцях згаданих стержнів (патент України № 19451, МПК5 B29C1/04, заявл. 24.10.1995, опубл. 25.12.1997).

Така конструкція, на відміну від розглянутого аналога, забезпечує обертання перегрібача і взаємодію його стержнів з полімерними гранулами у горловині напрямку від шнека. Таким чином, зникає необхідність окремого привода для ворушила, що суттєво спрощує виготовлення та експлуатацію пристрою. Вадюю конструкції є значна площа стикання стержнів з завантажуваним матеріалом, а отже і суттєві зусилля згину, що діють на кожен

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

стержень з боку матеріалу.

Це може призвести до згину одного чи кількох стержнів, заклинюванню ворушила або втраті зчеплення зубців стержня з гребенем шнека, а отже – до втрати працездатності живильника. Поступове же зношування зубців внаслідок інтенсивного їх тертя по гребню черв'яка призводить до міграції металевих частинок в розплав, що знижує якість продукції.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалити завантажувальну горловину шнекового преса, в якому нове виконання ворушила значно підвищить його жорсткість і зменшить крутний момент, необхідний для його обертання, що значно підвищить надійність конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що в завантажувальному пристрої черв'ячного преса, що містить змонтовану на корпусі екструдера горловину і розташоване в її середині на осі з можливістю обертання ворушило, зубці якого входять в зачеплення з гребенем шнека. У такій конструкції новим є те, що ворушило виконано у вигляді щонайменше одного диска, у бічній стінці кожного з яких виконано щонайменше один отвір із встановленим у ньому ворушильним пальцем, при цьому зубці ворушила розміщені на периферії кожного з дисків.

У найприйнятнішому прикладі виконання зубці ворушила можна виконувати з полімерних матеріалів.

Виконання ворушила у вигляді щонайменше одного диска і розміщення зубців на периферії кожного з дисків під час їх обертання забезпечує їх взаємодію з матеріалом у горловині своїми боковими поверхнями. Це значно знижує крутний момент, необхідний для обертання дисків, оскільки матеріал ковзає по поверхні диска, а не відсувається в боки як в аналозі й прототипі. Наявність у кожному диску щонайменше одного отвору з встановленим у ньому ворушильним штирем забезпечує більш ефективне руйнування склепіння матеріалу у горловині.

Виконання ж зубців перегрібача з полімерного матеріалу, а в найліпшому випадку – з того самого матеріалу, що й переробляється, значно зменшує зношування витка шнека. Потрапляння ж частинок полімеру, які поступово

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

відокремлюються від зубців, у перероблюваний матеріал не знижує якості останнього.

Суть винаходу пояснюється схемами, на яких показано: на фіг. 1 – поздовжній переріз пристрою; на рис.4.1, 4- 2 – переріз по А-А .

Завантажувальна частина черв'ячного екструдера містить змонтовану на корпусі 1 екструдера горловину 2 та розташоване у ній на осі 3 з обертовою можливістю ворушило 4, виконане у вигляді щонайменше одного диска 5 із зубцями 6 на його периферії, які входять у зачеплення з гребенем 7 черв'яка 8. У боковій стінці кожного з дисків 5 виконано щонайменше один отвір 9 із встановленим у ньому ворушильним пальцем 10.

Конструкція функціонує таким чином.

Перероблювана гранульована або у вигляді крихти чи порошку сировина, надходить у горловину 2. Під час обертання черв'яка 8 зубці 6 кожного диска 5 входять у зачеплення з гребенем 7, за рахунок чого ворушило обертається навколо осі 3. Це забезпечує безперервне перемішування матеріалу у горловині 2 за допомогою ворушильних пальців 10 і боковою поверхнею дисків 5.

Пропонована конструкція, нескладна у виготовленні та експлуатації, з високою надійністю забезпечує надходження сировини до черв'ячного преса.

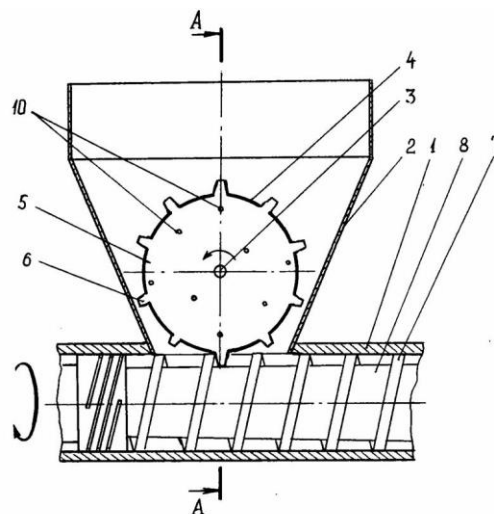


Рисунок 4.1 – Завантажувальний пристрій черв'ячного екструдера

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

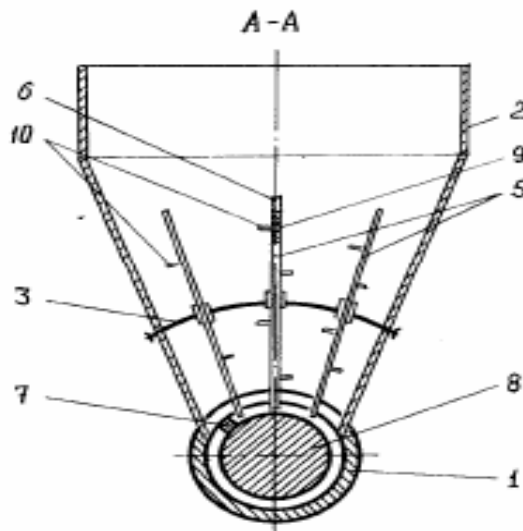


Рисунок 4.2 – Завантажувальний пристрій черв'ячного екструдера в розрізі

4.1 Висновки за результатами патентного пошуку

В результаті проведених патентних досліджень встановлено:

Удосконалена модель належить до обладнання з перероблення полімерів і матеріалів на їх основі, зокрема до пристроїв для подавання сировини до одно- або двочерв'ячних екструдерів, і може бути використана в полімерпереробних гранулювальних екструзійних лініях.

Цей пристрій, забезпечує обертання ворушила і взаємодію його стержнів з матеріалом у горловині безпосередньо від черв'яка.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалити завантажувальний пристрій черв'ячного екструдера, в якому нове виконання перегрібача значно підвищить його жорсткість і зменшить крутний момент, необхідний для його обертання, що значно підвищить надійність і довговічність пристрою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП611.117246.01-70ПЗ

Арк.

5. Охорона праці

Охорона регламентує можливі причини нещасних випадків на виробництві, професійні захворювання, вибухи, пожежі, створення безпечних для людини умов праці, а також розробляє систему заходів для усунення цих причин. Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року.

Цей Закон визначає основні положення щодо конституційного права громадян про охорону життя здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини з питань безпеки праці та виробничого середовища, встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Дотримання законодавчих нормативних актів про охорону праці веде до зниження травматизму на виробництві.

Відповідно до теми дипломного проекту “Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою” для безпечної роботи обслуговуючого персоналу лінії для підприємств хімічної промисловості забезпечено умови, що відповідають державним та галузевим стандартам, а також санітарним нормам та правилам.

Випадки травматизму, професійних та професійно зумовлених захворювань, які мають місце на підприємствах часто виникають через порушення відповідних норм техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки при проектуванні підприємств, технологічних процесів, основного та допоміжного виробничого устаткування. Часто окремі недоліки або помилки, допущені в проекті, стають побічними або безпосередніми причинами аварій, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних та професійно зумовлених захворювань. Тому розробка комплексу питань з охорони праці є обов'язковою вимогою.

Для зниження травматизму на виробництві був проведений науковий аналіз умов праці, в результаті якого були визначені небезпечні виробничі фактори, які

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

виникають при експлуатації одночерв'ячного екструдера лінії для вироблення ПВХ профілю. Шкідливими та небезпечними виробничими факторами є небезпека ураження електричним струмом, пожежна небезпека, виробничий шум, виробниче освітлення, повітря робочої зони.

На стадії експлуатації та в процесі обслуговування оператор знаходиться в цеху з площею приміщення $S=100 \text{ м}^2$ і об'ємом приміщення $V=1200 \text{ м}^3$.

Шкідливими та небезпечними виробничими факторами є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежна безпека;
- виробничий шум;
- виробниче освітлення;
- повітря робочої зони.

5.1 Електробезпека

За класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху, де встановлена дана лінія відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою.

За характером навколишнього середовища, приміщення характеризується як вологе (відносна вологість повітря у приміщенні близько 75%).

Оскільки для роботи лінії використовується напруга 220/380 В частотою 50 Гц, то використовуємо трифазну трипроводову мережу з ізолюваною нейтраллю. Мережа з ізолюваною нейтраллю в ізолюваному режимі набагато безпечнішою при торканні до фазового дроту.

Засоби забезпечення електробезпеки:

а) в робочому режимі

- Щоб забезпечити неможливість дотику або небезпечного наближення до струмоведучих частин забезпечують їх недосяжність за допомогою розташування на недосяжній висоті, більш 2,5 м., огорож та блокувань;

- Покриття струмоведучих частин або відокремлення їх від інших частин

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

прошарком діелектрика забезпечує протікання струму по потрібному шляху та безпечну експлуатацію електрообладнання. Застосовують такі види ізоляції: робоча, допоміжна, подвійна ізоляція, яка виконана з діелектричних матеріалів з

питомим опором не менше ніж $R = (10^8 \dots 10^{17}) \text{ Ом} \cdot \text{см}$, та посилена.

- наявність позначень на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення проводів різними кольорами: фаза А – жовтий, фаза В – зелений, фаза

С – червоний, нульовий, або нульовий захисний – жовтий із зеленими полосами);

б) в аварійному режимі:

- захисне заземлення, опір якого не має перевищувати: у мережах до 1000В – 4 МОм, у мережах понад 1000В – не більше 0,5 МОм.

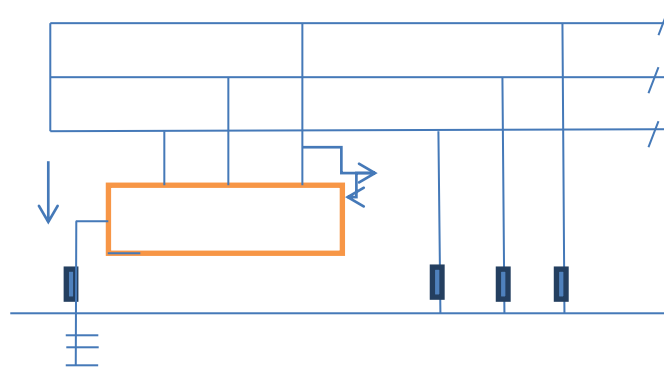


Рисунок 5.1 Схема захисного заземлення

Ці заходи проведені згідно ГОСТ 12.1.030 – 86.

Забезпечення електробезпеки при проектуванні апаратів для даної лінії є дуже важливим чинником, знижує смертність та травматизм серед обслуговуючого персоналу в виробничих умовах.

5.2 Повітря робочої зони

Умови роботи на розроблюваному екструдері та лінії в цілому за ГОСТ 12.1.005-88/98 відносяться до категорії середньої тяжкості (енерговитрати 150...200 ккал/год).

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури (у холодний період року $t=19-21^{\circ}\text{C}$, у теплий період року $t=21-24^{\circ}\text{C}$),

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

відносної вологості (60 – 40%), а також кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною при плавленні ПВХ, при цьому виділяється окис вуглецю, вуглеводні, органічні кислоти, альдегіди і інші токсичні речовини.

Таблиця 5.2 Параметри повітря робочої зони

Сезон року	Категорія робіт	Допустима температура °С	Фактична температура °С	Допустима відносна вологість %	Фактична відносна вологість %	Допустима швидкість руху повітря, м/с	Фактична швидкість руху повітря, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодний період року	Легка І	19-25	19-20	V>75	40-65	V>0,2	0,2
Теплий період року	Легка І	19-25	20-25	V>75	40-70	V>0,2	0,2

Величини температури, відносної вологості ті швидкості руху повітря в робочих приміщеннях вибирається за ДСН 3.36.042-19

Засобами захисту органів дихання можуть бути респіратори, протигази, для зменшення шкідливої дії, повітряні апарати МПА, в разі пожежі чи збільшеними викидами небезпечних речовин, при ліквідації витоків газу чи шкідливих рідин.

Для безпосереднього відводу шкідливого повітря чи газів, від місця їх виникнення чи виділення, під головкою черв'ячного екструдера встановлюється вентиляційний ковпак закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м²/год. Видалення шкідливих речовин супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88/98.

5.3 Виробничий шум

Шум, який створюється при роботі екструдера та іншого устаткування лінії, постійний. Основними джерелами шуму при роботі є вали та черв'яки, що обертаються, електродвигуни, вентилятори та інше устаткування, в яких шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у даному випадку механічний гідроаеродинамічний.

Зниження шуму досягається шляхом шумопоглинання. Щоб досягнути максимального ефекту використання шумопоглинаючого покриття, вкриваємо ним не менше 60% внутрішньої площі. Вихлопні патрубки насосів з'єднані з

герметичним каналом, який забезпечує ізоляцію шума вихлопа.

Звукоізолююча здатність дверного проїому приміщення повинна бути не нижче 30 дБА.

Стіни і перекриття цього приміщення забезпечені звукоізолюючим облицюванням з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7 і мають звукоізолюючу здатність не нижче 50 дБА.

Для зменшення виробничого шуму передбачено проведення наступних заходів:

- встановлення екранів ($\Delta L = 15$ дБА);
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться ($\Delta L = 6$ дБА);
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом ($\Delta L = 8$ дБА).
- використання протишумових навушників ПШН-Б, призначені для захисту від шуму при рівні до 115 дБА

Для зменшення шуму елементів, що обертаються, необхідно слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах. Мікрофон при вимірюванні рівня звуку встановлено на висоті 1,5-1,8 м від підлоги. Ці заходи дозволили знизити рівень

шуму до 65 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.4 Освітлення на робочих місцях

Для цеху висотою 5,5 м, в якому знаходиться лінія для виготовлення ПВХ профілю, передбачено природне і штучне освітлення. Для світильників штучного освітлення підходять світильники типу ДРЛ 400 (діаметр: 395 мм; висота: 552 мм; потужність: 250Вт; кількість 10 штук; світловий потік: $\Phi=19000$ Лм; $E_{\text{факт}}=300\text{лк}$).

Вони мають бути розташовані так, щоб забезпечувались надійність їх закріплення, безпечність, зручність обслуговування і необхідне освітлення з урахуванням його рівномірності.

Лампи створюють світло, що за яскравістю наближається до природного. Для приміщення також передбачене бокове освітлення (крізь отвори в зовнішніх стінах).

Дане освітлення відповідає вимогам ДБНВ 25.28-2006.

5.5 Пожежна безпека

При роботі черв'ячного преса використовуються горючі змащувальні матеріали, також для плавлення поліетилену здійснюється при досить високій температурі $T=170^{\circ}\text{C}$. Тому можливими причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- куріння в невстановлених місцях.

Згідно з приміщенням для розроблюваного преса ЧП-63 лінії для вироблення ПВХ профілю відноситься до категорії В – пожежонебезпечні, так як містить горючі речовини (перероблюваний матеріал – поліетилен, змазуючі мастила), клас зони П – Па (ПУЕ). Згідно з СНиП 2.01.02-85 приміщення відноситься до першого ступеню вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. Площа поверхів у межах пожежних не обмежується. Ширина евакуиходів - 0,9 м, коридори – 1.1 м що відповідає СНиП 2.04.02-85

У приміщенні встановлені модулі атоматичного порошкового пожежогасіння САМ-9 $3\times 12\text{ м}^2$, теплові сповіщувачі, які спрацьовують при підвищенні температури до вище заданої межі $T=72^{\circ}\text{C}$.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Засобом захисту статичної електрики є заземлення.

Первинним засобом гасіння пожежі є:

- вуглекисневі вогнегасники ОУ-3 у кількості 4 шт;
- ящики з піском - 6 шт;

Протипожежна безпека черв'ячного преса відповідає вимогам
СНиП 2.01.02-85.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 Очікувані механіко-економічні показники

В результаті проектування екструдера для виробництва поліетиленових труб була проведена модернізація завантажувального пристрою, яка:

- забезпечує стабільну подачу сировини;
- забезпечує сталий обертовий рух перегрібала (ворушила) і контакт його пальців з сировиною у горловині безпосередньо від шнека;
- нове виконання перегрібала значно підвищить його жорсткість і зменшить крутний момент, потрібний для його обертання, що значно підвищить надійність пристрою.

Висновки

Дипломний проект виконано згідно з темою “Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою”.

В дипломному проекті здійснено проектування екструдера 63×25 що входить до складу лінії виробництва профілів з полівінілхлориду.

Дипломний проект містить вступ, призначення та область використання лінії та екструдера 63×25, опис технологічного процесу, вибір типу преса та його місце в технологічній схемі лінії, технічну характеристику екструдера 63×25, опис конструкції екструдера 63×25 та основних збиральних одиниць та деталей, патентний огляд, відповідність преса до вимог охорони праці.

Приведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції екструдера 63×25.

Приведено технологію виготовлення корпусу черв'ячного преса.

Модернізацією даного дипломного проекту є вдосконалення конструкції завантажувального пристрою, що значно підвищить ефективність роботи екструдера.

					ЛП611.117246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Зміст

1 Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність черв'ячного преса	
1.1 Параметричний розрахунок преса ЧП-63.....	
1.2 Розрахунок продуктивності преса ЧП63×25 при переробці ПНТ	
1.3 Розрахунок потужності приводу преса ЧП-63 при переробці ПНТ	
1.4 Розрахунок тиску, який розвиває черв'як	
1.5 Розрахунок осьового зусилля і вибір упорного підшипника	
1.6 Розрахунок гільзи корпусу	
1.7 Розрахунок фланця, який з'єднує завантажувальну воронку з корпусом ..	
2 Розрахунок модернізації.....	
2.1 Розрахунок завантажувального пристрою екструдера	
Висновки	

					ЛП611.117246.02-70PP			
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального рпистрою	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Квиенко						
Перевір.		Сідоров						
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського ХПСМ, ІХФ, ЛП-61(1)		

1 Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність черв'ячного преса

1.1 Параметричний розрахунок преса ЧП-63

Діаметр черв'яка є основним параметром, що характеризує продуктивність черв'ячної машини.

У лінії представлені в даному дипломному проекті використовується екструдер з черв'яком, зовнішній діаметр якого $D=63\text{мм}$ ГОСТ 114441 – 65, відношення довжини робочої частини до його діаметра, для переробки пластифікованого ПВХ приймаємо $25D$.

Інші параметри шнека обираються в залежності від сировинного матеріалу. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є пластикацій ний полівінілхлорид, базові параметри черв'яка обчислюються виходячи з залежностей представлених нижче. Схема черв'яка представлена на (рисунок 1.1).

Мета: визначення параметричних розмірів черв'яка

Вихідні дані:

- | | |
|---|-------|
| - Діаметр черв'яка, D , м | 0,063 |
| - Відношення довжини до діаметра, L/D , м | 25 |
| - Матеріал | ПНТ |

Розрахунок проведено відповідно до методики [2].

Крок профілю – відстань між однойменними точками двох сусідніх витків, виміряна в напрямку осі черв'яка:

$$t = (0,7 \div 1) \cdot D = 1 \cdot 63 = 63\text{мм}.$$

Для переробки поліетилену вибираємо шнек однозаходний.

Кут підйому гвинтової лінії у середині корпусу:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi \cdot D} = \arctg \frac{63}{3,14 \cdot 63} = 17^{\circ}65'.$$

Товщина гребеня черв'яка для одночерв'ячних машин:

$$e = (0,08 \div 0,12) \cdot D = 0,1 \cdot 63 = 6,3\text{мм}.$$

Зазор між черв'яком і гільзою складає

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \cdot D = 0,003 \cdot 63 = 0,189\text{мм}.$$

Найбільш часто застосовують профіль нарізки, що характеризується

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

наявністю радіуса закруглення:

$$R = (0,12 \div 0,18) \cdot D = 0,16 \cdot 63 = 10,08 \text{ мм.}$$

$$r = (0,06 \div 0,016) \cdot D = 0,08 \cdot 63 = 5,04 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу під завантажувальною лійкою складає:

$$h_1 = (0,12 \div 0,016) \cdot D = 0,14 \cdot 63 = 8,52 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу в зоні дозування складає :

$$h_2 = 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i} \cdot (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[63 - \sqrt{63^2 - \frac{4 \cdot 8,52}{2,1} \cdot (63 - 8,52)} \right] = 3,01 \text{ мм,}$$

де $i = 2,1$ –ступінь стиску ПНТ

Діаметр внутрішнього отвору шнека приймаємо: $d_{\text{вн}} = 30 \text{ мм.}$

Діаметр стержня під завантажувальною горловиною:

$$d_1 = D - 2 \cdot h_1 = 63 - 2 \cdot 8,52 = 45,96 \text{ мм.}$$

Діаметр стержня в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2 \cdot h_2 = 63 - 2 \cdot 3,01 = 56,98 \text{ мм.}$$

Довжина торпеди:

$$L_{\text{торп}} = (0,6 \div 0,8) \cdot D = 0,7 \cdot 63 = 45 \text{ мм.}$$

Довжина робочої частини шнека приймається:

$$L_{\text{роб}} = (20 \div 30) \cdot D = 25 \cdot 63 = 1575 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження приймається:

$$L_{\text{зав}} = (1,5 \div 3) \cdot D = 2,5 \cdot 63 = 157,5 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування приймається:

$$L_{\text{доз}} = (10 \div 17) \cdot D = 17 \cdot 63 = 1120 \text{ мм.}$$

Довжина зони стискування приймається:

$$L_{\text{ст}} = L_{\text{роб}} - L_{\text{доз}} - L_{\text{зав}} = 1575 - 1120 - 157,5 = 297,4 \text{ мм.}$$

Довжина шліцьового зачеплення приймається: $L_{\text{шл}} = 85 \text{ мм.}$

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Довжина циліндричної частини шнека:

$$L_{\text{цил}} = (2 \div 3) \cdot D = 2,4 \cdot 63 = 150,2 \text{ мм.}$$

Довжина відбійної ділянки приймається:

$$L_{\text{відб}} = (0,1 \div 0,7) \cdot D = 0,65 \cdot 63 = 40 \text{ мм.}$$

Загальна довжина шнека:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{роб}} + L_{\text{відб}} + L_{\text{цил}} + L_{\text{торн}} = 1575 + 40 + 150 + 45 = 1810 \text{ мм.}$$

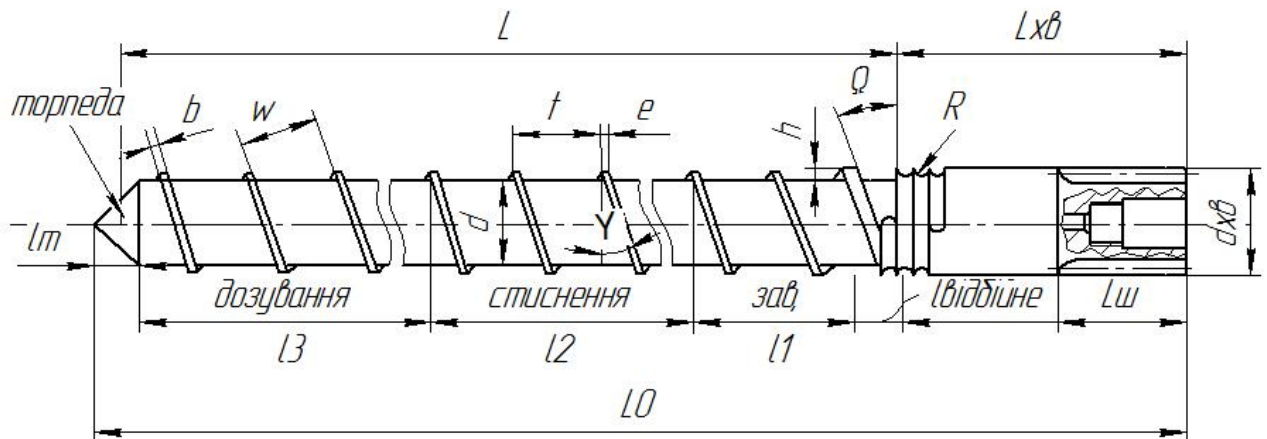


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема черв'яка

Завдяки даному розрахунку було визначено основні геометричні розміри шнекового вала, за допомогою яких буде здійснено подальші розрахунки.

1.2 Розрахунок продуктивності преса ЧП63×25 при переробці ПНТ

Мета: визначення максимальної теоретичної продуктивності агрегата при переробці ПНТ.

Вихідні дані:

-	Максимальне число обертів черв'яка N , об/с	2,5
-	Зовнішній діаметр черв'яка D , м	0,063
-	Крок черв'яка t , м	0,063
-	Ширина витка E , м	0,0063
-	Число заходів черв'яка I	1
-	Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження D_1 , м	0,046
-	Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження H_1 , м	0,0085

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Глибина гвинтового каналу в зоні дозування H_2 , м 0,003
- Матеріал ПНТ

Розрахунок проведено відповідно до методики [6].

Ефективна продуктивність черв'ячної машини при максимальному числу обертів черв'яка і для сумішей, які добре екструдують:

$$Q = 60V_{cp}NI\rho\beta,$$

де $\rho = 1,34 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ - густина суміші (ПНТ),

$\beta = 0,2$ – коефіцієнт заповнення між витками,

V_{cp} - середній об'єм простору між двома нитками однозахідного черв'яка:

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_K}{2},$$

де V_H об'єм гвинтового каналу черв'яка, який відноситься до одного кроку біля завантажувальної горловини:

$$V_H = \frac{\pi(D^2 - D_1^2)}{4}(T - E) = \frac{3,14(0,063^2 - 0,046^2)}{4}(0,063 - 0,0063) = 85 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

V_K - об'єм гвинтового каналу шнека, який відноситься до одного кроку біля головки:

$$V_K = \frac{\pi(D^2 - D_1^2)}{4}(T - E) = \frac{3,14(0,063^2 - 0,057^2)}{4}(0,063 - 0,0063) = 32 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_K}{2} = \frac{85 + 32}{2} \cdot 10^{-6} = 58,5 \text{ м}^3.$$

Ступінь стискування:

$$K = \frac{V_H}{V_K} = \frac{85 \cdot 10^{-6}}{32 \cdot 10^{-6}} = 2,65.$$

Розрахункова продуктивність преса:

$$Q = 60V_{cp}NI\rho\beta = 60 \cdot 58,5 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 140 \text{ кг/год}$$

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продуктивність машини за технічним завданням:

$$Q = 120 \text{ кг} / \text{год.}$$

Повна продуктивність $Q = 140 \text{ кг} / \text{год}$, отже продуктивність машини по технічному завданню задовольняється.

1.3 Розрахунок потужності приводу преса ЧП-63 при переробці ПНТ

Мета: визначити потужність, яка витрачається на переробку ПНТ.

Вихідні дані:

- Масова продуктивність машини, G , $\text{кг}/\text{с}$	0,02
- Об'ємна витрата розплаву ПВХ, V , $\text{м}^3/\text{с}$	$24,8 \cdot 10^{-6}$
- Тиск в пресі, P , МПа	$75 \cdot 10^6$
- Температура матеріалу, що завантажується, T_1 , $^{\circ}\text{C}$	20
- Температура стінки, $T_{ст}$, $^{\circ}\text{C}$	250
- Температура плавлення розплаву, $T_{пл}$, $^{\circ}\text{C}$	200
- Діаметр сердечника черв'яка на початку зони дозування, D_H , м	0,046
- Діаметр сердечника черв'яка в кінці зони дозування, D_3 , м	0,057
- Глибина каналу на початку зони дозування, H_H , м	0,0085
- Глибина каналу в кінці зони дозування, H_3 , м	0,003
- Середнє значення глибини нарізки в зоні подачі, H_{1cp} , м	0,005
- Довжина зони гранулювання черв'яка, L_2 , м	1,57

Розрахунок проведено згідно [6]

Корисна потужність, яка витрачається в шнековій машині на переробку матеріалу:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_r ,$$

де N_1 - потужність, яка витрачається в зоні подачі. Внаслідок її відносної малості нехтуємо нею.

$N_2 = N_2' + N_2''$ - потужність, яка витрачається в зоні плавлення.

N_2' - потужність, яка витрачається на тертя та дисипацію енергії в зазорі Δ між циліндром і поверхнею пробки твердого тіла,

N_2'' - потужність, яка витрачається в зазорі Δ між циліндром і гребенем витка.

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$N_2' = \mu_{ef} \cdot \Delta W_{np}^2 \cdot \frac{T - T \cdot E}{2 \cdot \Delta O \cdot \operatorname{tg} \varphi} \cdot L_2 \cdot$$

ΔW_{np} - швидкість переміщення пробки твердої фази циліндра по відношенню до стінки циліндра:

$$\Delta W_{np} = ((\pi \cdot D \cdot N - W_{np} \cdot \cos \varphi)^2 + (W_{np} \cdot \sin \varphi)^2)^{0,5} = ((3,14 \cdot 0,063 \cdot 3 - 0,26 \cdot 0,952846)^2 + (0,26 \cdot 0,307478)^2)^{0,5} = 0,26 \frac{M}{c}.$$

$$W_{np} = \frac{G}{\rho_H \cdot B \cdot H_{1cp}} = \frac{0,02}{820 \cdot 0,019 \cdot 0,005} = 0,26 \frac{M}{c},$$

$\rho_H = 820 \frac{K\Gamma}{M^3}$ - насипна густина матеріалу,

B - ширина гвинтового каналу:

$$B = T \cdot \sin \varphi = 0,063 \cdot \sin(17^\circ 40') = 0,019,$$

де $\varphi = 17^\circ 40'$ - кут підйому витка

Величина ефективної в'язкості визначається за середньою температурою пристінного шару і середньому градієнту швидкості:

$$T_{cm} = \frac{T_u + T_{nl}}{2} = \frac{250 + 200}{2} = 225^\circ C,$$

де $\gamma = \frac{\Delta W_{np}}{\Delta O}$ - середній градієнт швидкості,

$$\Delta O = \frac{2 \cdot (I - E)}{\rho_H \cdot W_{np} \cdot \sin \varphi} \cdot \phi - \text{товщина шару розплаву над пробкою матеріалу в просторі}$$

між витками

Параметр ϕ визначається:

$$\phi = \frac{\lambda \cdot (T_u - T_{nl})}{C_T \cdot (T_{nl} - T_1) + r_{nl}} = \frac{0,17 \cdot (250 - 200)}{1,29 \cdot (200 - 20)} = 0,0366,$$

де $\lambda = 0,17 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ K}$ - теплопровідність розплаву полімеру,

$C_T = 1,29 \frac{K\Gamma\text{Ж}}{K\Gamma \cdot ^\circ C}$ - питома теплоємність твердої фази полімеру.

Величиною r_{nl} нехтуємо.

Визначаємо величину ΔO :

$$\Delta O = \frac{2 \cdot (I - E)}{\rho_H \cdot W_{np} \cdot \sin \varphi} \cdot \phi = \frac{2 \cdot (0,063 - 0,0063)}{820 \cdot 0,26 \cdot 0,303478} \cdot 0,0366 = 0,000064m.$$

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Середній градієнт швидкості:

$$\gamma = \frac{\Delta W_{np}}{\Delta O} = \frac{0,26}{0,000064} = 4062 c^{-1}.$$

Приймаємо $\mu_{ef} = 110 Pa \cdot c$.

Отже, потужність N_2' , яка витрачається на тертя та дисипацію енергії в зазорі Δ між циліндром і поверхнею пробки твердого тіла, дорівнює:

$$N_2' = \mu_{ef} \cdot \Delta W_{np}^2 \cdot \frac{T - T \cdot E}{2 \cdot \Delta O \cdot tg \varphi} \cdot L_2 = 110 \cdot 0,26^2 \cdot \frac{0,063 - 0,063 \cdot 0,0063}{2 \cdot 0,000064 \cdot 0,318471} \cdot 1,57 = 17825 Bm = 17,8 kBm.$$

Визначаємо потужність N_2'' , яка витрачається в зазорі Δ між циліндром і гребенем витка:

$$N_2'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot tg \varphi} = 110 \cdot 1 \cdot 0,0063 \cdot 1,56 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 \cdot 2,5^2}{0,000189 \cdot 0,318471} = 4440,5 Bm = 4,44 kBm.$$

Потужність в зоні дозування витрачається на подолання тертя, плавлення в каналі черв'яка і в зазорі між циліндром і гребенем витка черв'яка.

Потужність, яка втрачається в каналі шнека в зоні дозування :

$$N_3' = \mu_{ef} \cdot N^2 \cdot \frac{\pi^3 \cdot (T - I \cdot E) \cdot L_2 \cdot \theta_2}{T}.$$

Коефіцієнт θ визначається за формулою:

$$\theta = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4T^2}{\pi^2} + \frac{[D + D_3]^3 + [D + D_H]^3}{3(D_3 - D_H)} + \frac{2,3\pi^2 \cdot D^5}{(T^2 + \pi^2 \cdot D^2) \cdot [H_H - H_3]} = \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 - 4 \cdot 0,063^2}{3,14^2} + \frac{(0,063 + 0,057)^3 - (0,063 + 0,046)^3}{3(0,057 - 0,046)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 0,063^5}{(0,06^2 + 3,14^2 \cdot 0,063^2) \cdot (0,0085 - 0,003)} = 0,109.$$

тоді потужність N_3' , дорівнює:

$$N_3' = 0,109 \cdot 110 \cdot 2,5^2 \cdot \frac{3,14^3 \cdot (0,063 - 1 \cdot 0,0063) \cdot 1,56}{0,063} = 3257,3 Bm = 3,26 kBm.$$

Потужність, яка втрачається в зазорі на ділянці зони дозування:

$$N_3'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot tg \varphi} = 110 \cdot 1 \cdot 0,0063 \cdot 1,56 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 \cdot 2,5^2}{0,000189 \cdot 0,318471} = 444,1 Bm = 4,44 kBm.$$

Потужність, яка втрачається в каналі формувальної головки:

$$N_r = V \cdot P_r = 24,8 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^6 = 1240 Bm = 1,24 kBm.,$$

де $V = 24,8 \cdot 10^{-6} \frac{M^3}{c}$ - об'ємна витрата розплаву.

Загальні втрати потужності в черв'ячній машині складають:

$$N_{\text{вкл}} = N_2' + N_2'' + N_3' + N_3'' + N_r = 17,8 + 4,44 + 3,26 + 4,44 + 1,24 = 31,2 kBm.$$

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Потужність електродвигуна приводу машини :

$$N_E = \frac{N}{\varepsilon} = \frac{31,2}{0,7} = 44,56 \text{ кВт} ,$$

де $\varepsilon = 0,4 \dots 0,8$ - коефіцієнт, який враховує втрати енергії в приводі черв'ячної машини.

Встановлено двигун потужністю $N = 55 \text{ кВт}$, найближчою найбільшою за номінальним рядом потужностей двигунів.

1.4 Розрахунок тиску, який розвиває черв'як

Мета: визначити тиск, який розвиває шнек.

Вихідні дані:

- | | |
|---|-------|
| - Встановлена потужність, N , кВт | 55 |
| - Максимальне число обертів черв'яка, n , об/хв | 150 |
| - Зовнішній діаметр черв'яка, D , м | 0,063 |
| - Внутрішній діаметр черв'яка, D_v , м | 0,057 |
| - К.К.Д. приводу екструдера, η | 0,8 |

Розрахунок проведено відповідно до методики [6].

Осьове зусилля, яке виникає у гвинтовому каналі черв'яка, визначається за формулою:

$$P_z = \frac{19500 \cdot N \cdot \eta \cdot \operatorname{tg} \varphi}{N_1 \cdot D} = \frac{19500 \cdot 55 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg}(17^\circ 40')}{150 \cdot 0,063} = 28146 \text{ Н} ,$$

$\alpha = 17^\circ 40'$ - кут підйому витка в зоні дозування,

Питомий тиск, який розвиває черв'як:

$$P = \frac{P_z}{F} = \frac{P_z}{\pi \cdot (R^2 - R_v^2)} = \frac{28146}{3,14 \cdot (0,0315^2 - 0,0285^2)} = 44115789 \text{ Па} = 44,1 \text{ МПа} ,$$

де $R = 0,0315 \text{ м}$ - зовнішній радіус витків черв'яка,

$R_v = 0,0285 \text{ м}$ - внутрішній радіус витків черв'яка.

Приймаємо розрахунковий тиск рівним $P = 45 \text{ МПа}$.

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.5 Розрахунок осьового зусилля і вибір упорного підшипника

Мета: визначити осьове зусилля, яке діє на шнековий вал і підібрати підшипник.

Вихідні дані:

- Зовнішній діаметр черв'яка D , м 0,063
- Діаметр сердечника черв'яка D_2 , м 0,057
- Зусилля у гвинтовому каналі P_z , Н 28146
- Максимальне число обертів черв'яка N_1 , об/с 3

Розрахунок проведено відповідно до методики [6].

Осьове зусилля, яке на діє на черв'як, складається із зусилля, яке виникає у гвинтовому каналі черв'яка P_z і зусилля, що виникає при видавлюванні матеріалу через головку P_{θ} :

$$P_{oc} = P_z + P_{\theta},$$

де P_{θ} - осьове зусилля, яке діє на черв'як зі сторони формувальної головки:

$$P_{\theta} = P_{nut} F,$$

де $P_{nut} = 45 \text{ МПа}$ - питомий тиск матеріалу на виході із машини;

F - площа поперечного перерізу шнека, визначена за формулою:

$$F = \frac{\pi(D^2 - D_2^2)}{4} = \frac{3.14 \cdot (0,063^2 - 0,057^2)}{4} = 0,00056 \text{ м}^2$$

Визначимо осьове зусилля, яке діє на черв'ячний вал з боку формувальної головки:

$$P_{\theta} = P_{nut} \cdot F = 45 \cdot 10^6 \cdot 0,00056 = 25434 \text{ Н}$$

Загальне осьове зусилля, яке діє на шнек:

$$P_{oc} = P_z + P_{\theta} = 28146 + 25434 = 53580 \text{ Н}$$

Осьове навантаження, яке діє на черв'як, сприймає упорний ролик підшипник.

Визначимо еквівалентне динамічне навантаження, що діє на підшипник:

$$P = (P_{oc} + 1,2 P_r) k_{\theta} k_t = (53580 + 1,2 \cdot 0) 1,2 \cdot 1,02 = 65582 \text{ Н} = 65,5 \text{ кН}$$

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де $P_r = 0$ - радіальне зусилля; $k_b = 1,2$ динамічний коефіцієнт; $k_t = 1,02$ - температурний коефіцієнт.

Довговічність підшипника:

$$L_n = \frac{10^6}{60N} \left(\frac{C}{P} \right)^{3,33} = \frac{10^6}{60 \cdot 180} \left(\frac{250000}{65582} \right)^{3,33} = 7976,5200$$

де $C = 250000$ Н – динамічна вантажопідйомність підшипника.

Вибрано підшипник упорний роликовий конічний однорядний №7318(30318).

1.6 Розрахунок гільзи корпусу

Мета: визначити мінімальну товщину гільзи корпусу, яка задовольняє умову міцності.

Вихідні дані:

- | | |
|--|--------|
| - Максимальний тиск що розвивається в корпусі, P , МПа | 45 |
| - Допустиме напруження для Сталі 38Х2МЮА, $[\sigma]$, МПа | 580 |
| - Внутрішній діаметр гільзи, D , м | 0,063 |
| - Швидкість корозії, ϑ , м/рік | 0,0001 |
| - Термін використання, τ , років | 13,5 |

Гільза машини черв'ячної – тонкостінний циліндр, який навантажений внутрішнім тиском P .

Розрахунок проведено відповідно до методики [5]

Розрахункова товщина стінки:

$$S_r = \frac{P_r D}{2[\sigma] - P_r} = \frac{45 \cdot 10^6 \cdot 0,063}{2 \cdot 580 \cdot 10^6 - 45 \cdot 10^6} = 0,0025 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину стінки $S = 0,003 \text{ м.}$

Допустимий внутрішній надлишковий тиск, МПа:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\vartheta S}{D + S} = \frac{2 \cdot 580 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,003}{0,063 + 0,003} = 52909,09 \text{ Па} = 52,9 \text{ МПа.}$$

Умова міцності корпусу виконується:

$$P < [P], 45 \text{ МПа} < 52,9 \text{ МПа.}$$

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.7 Розрахунок фланця, який з'єднує завантажувальну воронку з корпусом

Мета : перевірити на міцність фланець та шпильки , які з'єднують завантажувальну воронку з корпусом.

Вихідні дані:

-	Внутрішній діаметр фланця, $D_{фвн}, м$	0,1
-	Товщина фланця, $S, м$	0,06
-	Матеріал фланця	Ст45Л
-	Діаметр болтової окружності фланця, $D_{фц}, м$	0,12
-	Діаметр отворів під болт, $D_{бо}, м$	0,012
-	Діаметр болтів, $D_{б}, м$	0,017
-	Кількість болтів, z	8
-	Матеріал болтів	Ст40Х
-	Осьове навантаження, $P_z, Н$	28146

Розрахунок проведено відповідно до методики [5].

Розрахункова сила з урахуванням крутного моменту затягування:

$$P_p = (k_{cm}(1-k) + k) \frac{Q}{z} = (1,5 \cdot (1 - 0,25) + 0,25) \frac{8520}{8} = 1464,4 Н.$$

Напруження розтягу, яке виникає в шпильках:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{f_b} = \frac{28146}{2,347 \cdot 10^{-4}} = 12028205 Па = 120,2 МПа,$$

де $f_{\bar{o}}$ - площа перерізу болта, визначена за формулою:

$$f_{\bar{o}} = 0,785 \cdot d_B^2 = 0,785 \cdot 0,01729^2 = 0,0002347 м^2 = 2,347 \cdot 10^{-4} м^2.$$

Допустиме напруження розтягу для матеріалу болта із Сталі 40Х:

$$[\sigma]_P = \frac{\sigma_t}{n} = \frac{650 \cdot 10^6}{2,8} = 232 \cdot 10^6 Па = 232 МПа.$$

Умова міцності виконується:.

$$\sigma_P < [\sigma]_P$$

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$120,2 \text{ МПа} < 232 \text{ МПа}.$$

Напруження згину у фланці:

$$\sigma_u = \frac{6 \cdot M}{(\pi \cdot d_B - z \cdot d_{омв}) \cdot H^2},$$

де M - згинаючий момент, який діє в розглядуваному перерізі, визначений за формулою:

$$M = \eta P L_1 = 0,5 \cdot 0,05 \cdot 28146 = 703,65 \text{ Н},$$

де L_1 - відстань від внутрішнього діаметра фланця до окружності осей болтів, визначена за формулою:

$$L_1 = \frac{D_{б1} - D_{фл}}{2} = \frac{0,2 - 0,1}{2} = 0,05 \text{ м},$$

де $\eta = 0,5$ - коефіцієнт зменшення згинаючого моменту.

Підставивши у формулу значення, знайдемо напруження згину у фланці:

$$\sigma_u = \frac{6M}{(\pi \cdot d_b - z \cdot d_{ом}) \cdot H^2} = \frac{6 \cdot 703,65}{(3,14 \cdot 0,2 - 8 \cdot 0,022) 0,06^2} = 9340,5 \text{ кПа}.$$

Границя міцності при розтягу фланця $\sigma_{\sigma} = 550 \text{ МПа}$

$$0,6 \cdot \sigma_{\sigma} = 0,6 \cdot 550 = 330 \text{ МПа}.$$

Умова міцності при розтягу:

$$\sigma_u < 0,6 \cdot \sigma_{\sigma}.$$

Умова міцності при розтягу виконується:

$$9,34 \text{ МПа} < 232 \text{ МПа}$$

Вибраний фланець та шпильки задовольняють умову міцності.

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.1 Розрахунок завантажувального пристрою екструдера

Для розрахунку та визначення напружень, що виникають при експлуатації завантажувального пристрою екструдера, в даній роботі було використано програмний комплекс «ANSYS». ANSYS — програмне забезпечення дозволяє вирішувати широке коло задач в областях міцності, тепла, гідрогазодинаміки, електромагнетизму, а також міждисциплінарного аналізу, що об'єднує всі чотири області. Дозволяє проводити оптимізацію конструкції на основі всіх перерахованих типів аналізу. Програмний комплекс ANSYS відноситься до числа лідерів галузі CAE-продуктів кінцево-елементного аналізу і має майже сорокарічний досвід у вирішенні прикладних задач чисельними методами.

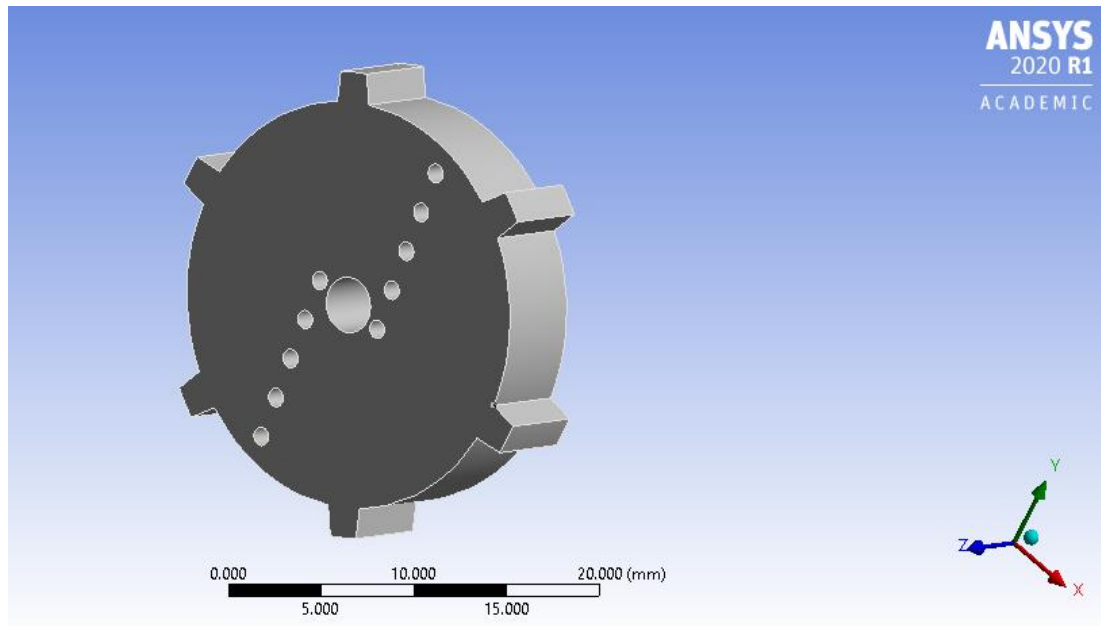
Для розрахунку моделі було використано постановку задачі за якої вісь завантажувального пристрою нерухома, а черв'як екструдер продовжує своє обертання в зачепленні з зубцем завантажувального пристрою. Оскільки дійсне навантаження, що виникає в такому випадку невідоме, прийнято навантаження на площину зубця у розмірі $2 \cdot 10^4$ Н. Матеріал колеса Сталь 20, модуль пружності $E = 2 \cdot 10^6$ МПа, Модуль Юнга $\mu = 0,3$. Температурну складову не враховуємо.

На основі приведених у патенті схем було виконано побудову креслення завантажувального пристрою екструдера та створено розрахункову модель з використанням об'ємної 3-D моделі яка була створена за допомогою програмного комплексу AUTOCAD.

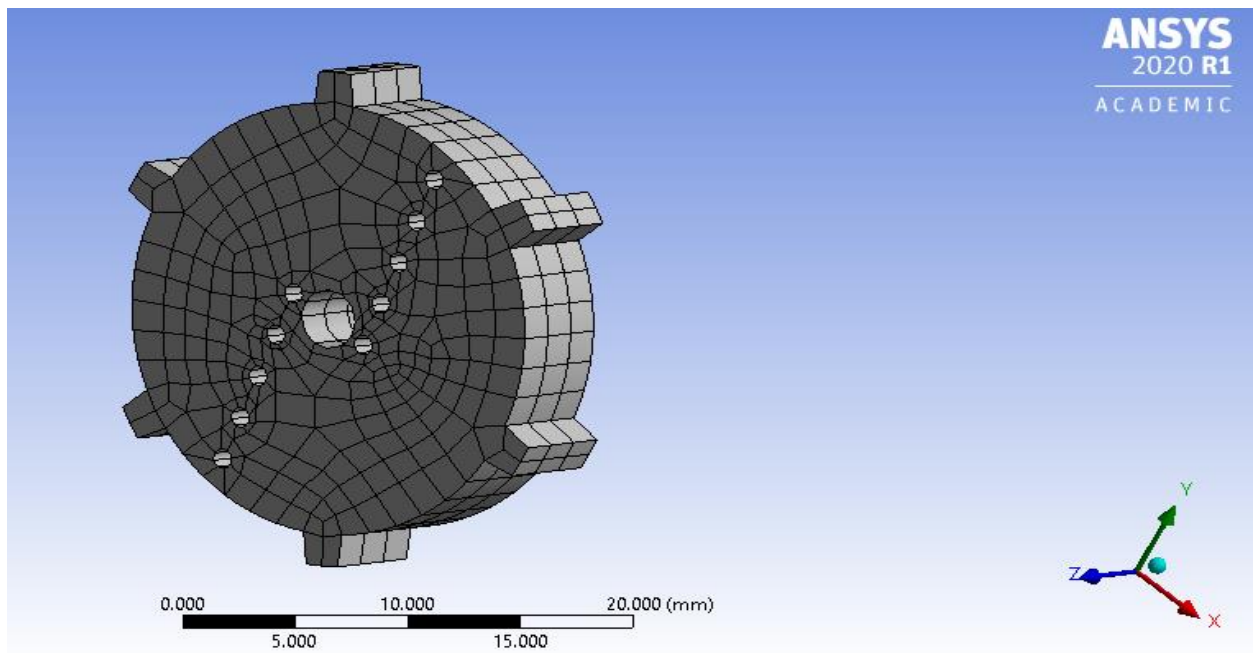
У середовищі програмного комплексу «ANSYS» було створено проект зі статичною постановкою задачі. Побудовану геометрію було імпортовано в середовище проекту, автоматично поділено сіткою скінченних елементів та задано матеріал (його властивості). Для імітації нерухомої осі, було створено закріплення типу «Fixed support». Щоб визначити напружено-деформований стан колеса було додано розподілену по поверхні силу «Force». Послідовність розрахунку приведено на малюнках нижче.

					<i>ЛП611.117246.02-70PP</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Імпортвана 3-D модель у середовищі проекту

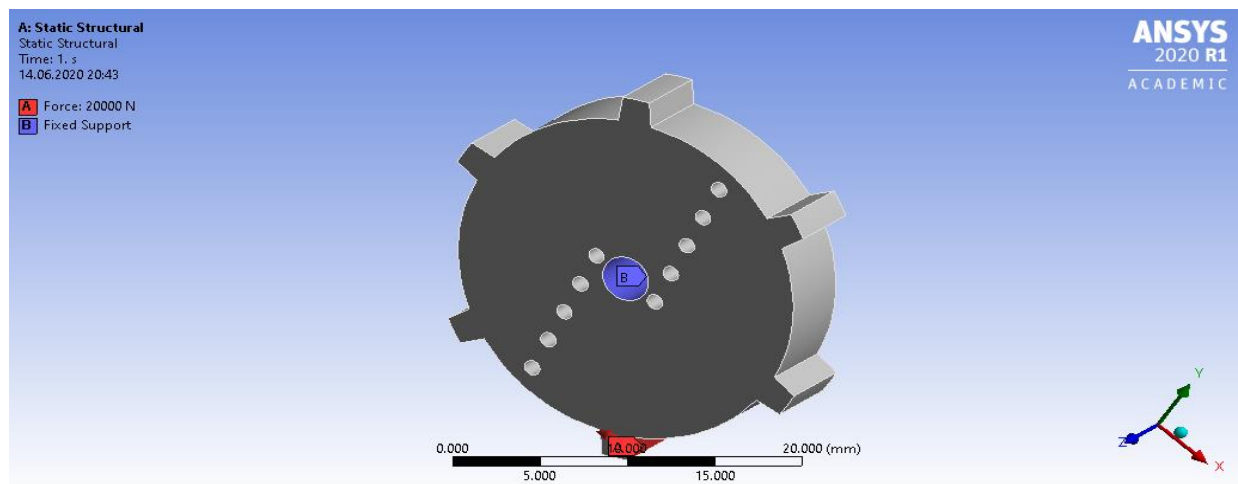


Імпортвану модель розбиваємо на сітку скінченних елементів:



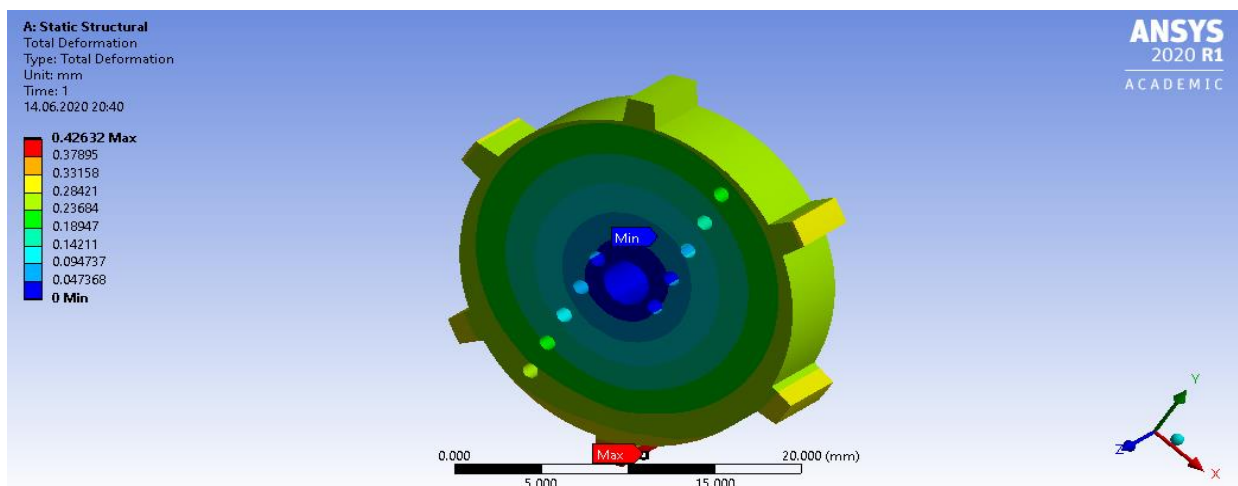
					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Створюємо імітацію нерухомої вісі та сили, що виникає при зачепленні колеса та черв'яка :



Результати розрахунку

Розподіл приведених за мізесом напружень.



Деформація під дією сили

Висновок: За результатом розрахунку в програмному комплексі ANSYS статичної постановки задачі ми отримали максимальне напруження в елементі. За навантаження у розмірі $2 \cdot 10^4$ N, приведені напруження становлять $8,5 \cdot 10^3$ Мпа, що не перевищує границю міцності металу. Тому конструкцію можна вважати працездатною. Максимальна деформація конструкції при даних напруженнях становить 0,4 мм.

					ЛП611.117246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновки

Проведено ряд розрахунків: параметричний, продуктивності екструдера, потужності привода, зусилля, яке розвиває черв'як, осьового зусилля, на міцність та на стійкість черв'яка, кручення черв'яка, тепловий, гільзи корпусу, фланцевого з'єднання. За результатами розрахунків було обрано упорний підшипник, визначено товщину гільзи.

Також було доведено ефективність модернізації, де зазначено, що витрати охолоджуючої рідини зменшилися в 5 разів, завдяки зменшенню поперечного перерізу зони дозування черв'яка

Отже, після проведення розрахунків та підтвердження ефективності модернізації можна зробити висновок, що вона є доцільною.

					ЛП611.117246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Зміст

1. Технологія виготовлення деталі.. .. .	3
1.1 Опис та призначення деталі	4
1.2 Технологічний процес виготовлення деталі	5
2 Вибір пристосування.....	17
2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування	17
2 Розрахунок пристосування.....	18
Висновки	20
Література	21

					ЛП611.117246.03-70TE			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Куценко							
Перевір.	Сідоров							
Керівник						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондляр							

1 Технологія виготовлення деталі

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – корпусу ЧП-63 і вибір пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішуються такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі „корпус ЧП-63”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для кожної операції.

У корпусі (рисунок 1.1.2) монтується гільза, в якій розташовано шнек. Деталь виконує опорну функцію.

Матеріал деталі має достатню пластичність для обробки тиском. Заготовка (рисунок 1.1.1) за формою та розмірами близька до форми та розмірів готової деталі, а це є ознакою технологічності.

Матеріал деталі сталь 40Х добре піддається різанню з використанням стандартних ріжучих матеріалів (твердий сплав, швидкоріжуча сталь). Всі поверхні деталі доступні для ріжучого інструменту. Ступені поверхонь обертання зменшуються в одному напрямку – це технологічно.

В іншому деталь складається з уніфікованих конструкційних елементів оптимального ступеню точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартну оснастку при добрих технологічних базах.

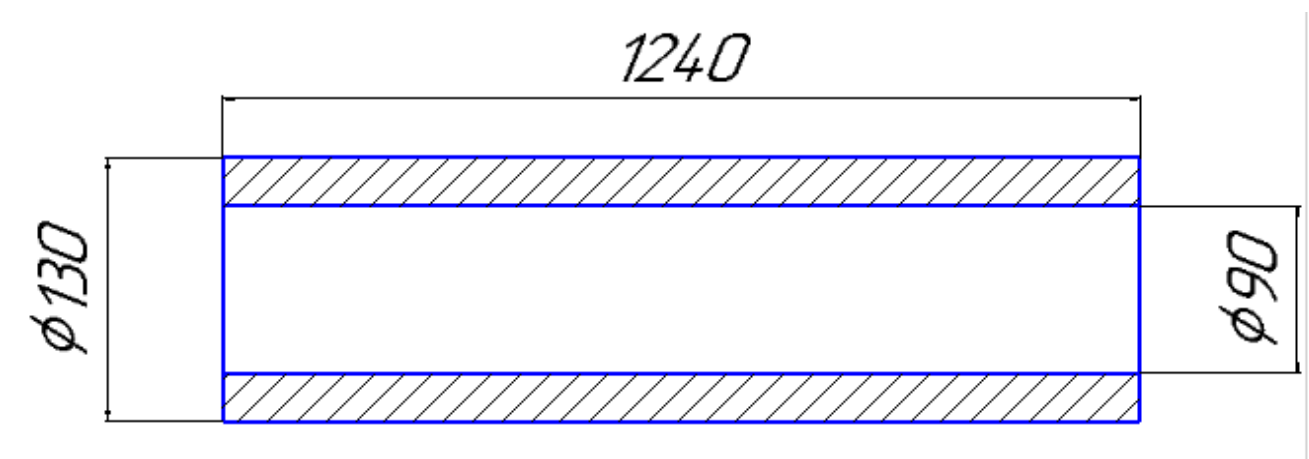


Рисунок 1.1.1 – Заготовка корпусу ЧП-63

					ЛП611.117246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

володіють підвищеним опором корозії (корозійно-стійкі сталі марок 3X13, 3X17H10T та ін.).

Литі заготовки, отримують литтям у землю, оболонкові форми та кокіль, для дрібних деталей використовують лиття по виплавлюваних моделях.

Циліндр черв'ячної машини піддаються внутрішньому тиску порядку 5...15 Мпа в звичайних умовах роботи та до 30...40 Мпа при закритій головці. Внаслідок цього він повинен бути достатньо міцним і масивним. Циліндри виконуються зі сталюого або чавунного литва, бувають цілковитими або збірними, а також зварної конструкції. Корпус циліндра виконаний зварним і складається з рубашки та двох фланців – переднього і заднього. Стальна гільза кріпиться в корпусі за допомогою бовтів та фланцю і утримується від прокручування шпонкою. Дві рубашки, утворені зовнішнім кожухом, внутрішньою трубою і гільзою, дозволяє підтримувати різний тепловий режим у зоні воронки та в робочій частині циліндра. Подача теплоносіїв до рубашки здійснюється через штуцери

1.2 Технологічний процес виготовлення деталі

Процес виготовлення корпуса наводимо в маршрутній карті та операційних картах. Схема базування заготовки і типу установочних елементів визначенні технологом.

2. Вибір пристосування

Розглянемо пристосування для токарних станків, передбачаючи токарні операції.

В серійному виробництві задача підвищення виробництва и полегшення праці робочих являється головною, тому пристосування мусить бути швидкодіючим, тобто максимально оснащеними механізованими силовими приводами, а в ряду випадків напівавтоматичними.

Наряду з цим в серійному виробництві до конструкцій пристосувань представляється ряд додаткових вимог, що витікають із специфіки даного

					ЛП611.117246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

виробництва:

1) скорочення термінів та собівартості підготовки виробництва, що в умовах великої номенклатури та частої зміни об'єктів виробництва має вирішальне значення;

2) скорочення часу на переналагодження устаткування, що дуже важливо при впровадженні групових технологічних процесів і організації групових потоків у серійному машинобудуванні;

3) економічність пристосувань.

Найбільшою мірою зазначеним вимогам відповідають переналагоджувані (групові та універсальні) і універсально-збірні (система УСП) пристосування, а також спеціалізовані налагоджувальні пристосування (система СНП).

У середньо-серійному виробництві широко застосовуються швидкодіючі спеціалізовані і спеціальні пристрої з пневмо і гідроприводом.

Задовольняючи умовами даного завдання, вибираємо пристосуванням для токарного процесу виготовлення патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами.

2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування

Патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами працює наступним чином. Втулка, centruється обробленим отвором на пальці 5, а торцем фланця прилягає до торця кільця 3. Осьовий затиск деталі здійснюється трьома важілями(прихватами) 4, до яких рух від пневмоциліндра передається завдяки тязі 13 і коромислу 11. Для забезпечення рівномірності затиску всіма важілями передбачені сферичні шайби 9 і 10, які дозволяють коромислу качатися. При зворотньоу ході тяги 13 кільце 12 тисне на коромисло і переміщує його вправо. При цьому важелі 4 ковзають по сухарях 6, які розміщені у кришці 2 і під дією пружин 8 і плунжерів 7 розкриваються. І звільнюють оброблювану деталь. Для безпеки роботи пристрій вкритий кожухом 1.

					ЛП611.117246.03-70ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2 Розрахунок пристосування

Закріплення заготовки в патроні виконується за допомогою затискного гвинта. Визначаємо силу притискання заготовки P прихватами:

$$P_{\max} = \frac{2M_{\max} \cdot k}{D \cdot f} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 3,5}{0,13 \cdot 0,16} = 12115H$$

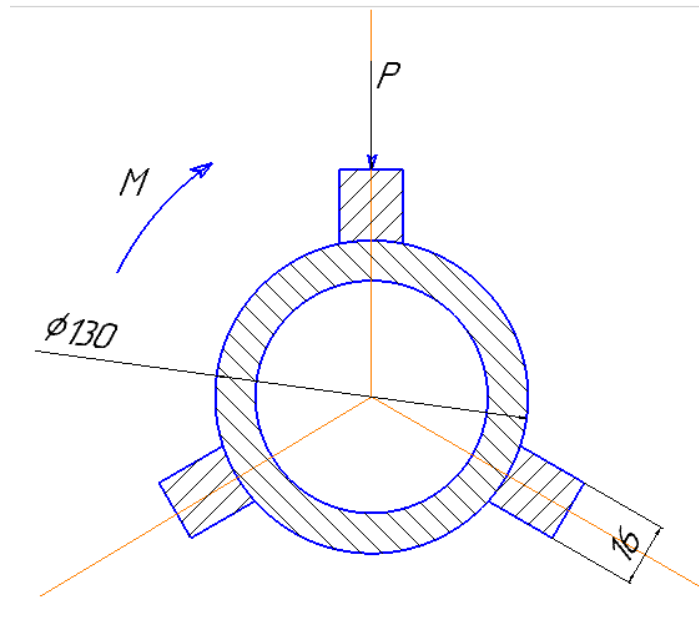


Рисунок 2.2 Розрахункова схема сил

M_{\max} – максимальний обертовий момент при свердлінні різьби M120

$$M_{\max} = 36Hm$$

D – діаметр базової поверхні, $D=0,13$ м;

K – коефіцієнт запасу, $k=3,5$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,16$

σ – напруження розтягу – стиску матеріалу гвинта, $\sigma = 9 \cdot 10^7$ Па

Діаметр затискного гвинта:

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{12115}{9 \cdot 10^7}} = 0,016m$$

Приймаємо діаметр гвинта затискаючого механізму M16.

Розрахуємо гвинт на стійкість:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} = \frac{12115}{0,0008} = 15,15 MPa.$$

$$15,15 MPa \leq 90 MPa$$

$$\sigma_{сж} \leq [\sigma]_y$$

					ЛП611.117246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Умова міцності виконується.

					ЛП611.117246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновки

В розділі технологія машинобудування було розроблено технологічний процес виготовлення деталі – корпуса ЧП-63 і вибрано пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішено такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі „корпус ЧП-63”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для всіх операцій.

В процесі зроблено креслення пристосування «патрон з жорстким центруючим елементом і трьома прихватами.», розроблено операційні карти та маршрутну карту і специфікації. За допомогою пристосування зменшиться час налагодження устаткування та як наслідок скоротяться терміни і собівартість підготовки виробництва.

					ЛП611.117246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва Химия, 1986. 488 с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: справочник. - Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
4. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. – Київ: ІЗММ, 1999. 219с.
5. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: учеб. пособие для студентов вузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, 1984. 301 с.
6. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
7. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. М.: Машиностроение, 1967. 364 с.
8. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афiша, 1999. 214 с.
9. Шилович Т.Б., Малин Е.Д., Блайвас І. Ю. "УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОГОСТІЙКОГО ТАРНОГО КАРТОНУ". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2017. N 1. С. 49-52. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119471](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119471)
10. Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Гур'єва А.О.. "Оцінювання геометричних параметрів пет-виробів у процесі формування," *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2017. N 1. С. 43-48. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119469](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119469).

					ЛП611.117246.03-70ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

11. Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
12. Щербина В.Ю., Лобко С.С., Васильченко Г.Н., Лелека С.В. О повышении энергоэффективности вращающихся печей. *Матеріали для роботи в екстремальних умовах -6: 28 міжнар. конф.* Київ, НТУУ «КПІ», ІФФ, 2016. С. 374—380. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20392>
13. Патент №68218 Україна, МПК В29С 45/46, Литтєва машина/ Сівецький В.І., Рябінін Д.Д., Сідоров Д.Є., опубл. 26.03.2012.
14. Патент №89061 Україна, МПК В29С 47/10, Черв'ячний екструдер/ Сівецький О.І, Сокольський О.Л., опубл. 10.04.2014.
15. Погорілий О.В., Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Казак І.О.. "Зонований аналіз температурних режимів під час розігрівання пет-преформ". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2017. N 1. С. 39-43. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119467](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119467)
16. Патент №93385 Україна, МПК В29В 17/00, Черв'як екструдера/ Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Федченко Є.О., опубл. 25.09.2014.
17. Патент №98878 Україна, МПК В29С 45/46, Машина для лиття під тиском/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О. та інші, опубл. 12.05.2015.
18. Патент №100079 Україна, МПК В29С 45/46, Машина для лиття під тиском/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О. та інші, опубл. 10.07.2015.
19. Швачко Д.Г., Щербина В.Ю. "Методика оперативного розрахунку теплового режиму в фасонному вогнетриві". *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2019. №1(18). с. 102-109. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171193>
20. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.

					ЛП611.117246.03-70ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 21.Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва: Химия, 1986. 488 с .
- 22.Панов Є.М., Лелека С.В., Карвацький А.Я., Педченко А.Ю., Боженко М.Ф., Іваненко Д.О.. "Експрес-методика визначення середньомасової температури вуглеграфітових виробів в печах графітування за технологією Кастнера". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2018. N 1. С. 39-46. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2018.143375](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143375)
- 23.Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. Київ, 1999. 219с.
- 24.Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленинград: 1984. 301 с.
- 25.Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е., Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей, Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
- 26.Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас.. Москва: Машиностроение, 1967. 364 с.
27. Центральный металлический портал РФ [<http://metallischekiy-portal.ru>].
- 28.А. Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения
- 29.Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. – 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
- 30.Ансеров М.А. Приспособления для металорезающих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
- 31.Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проєкту) з дисципліни “Технологія машинобудування”. К., 2002 р. 80 с.

					ЛП611.117246.03-70ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документація		
		A1			ЛП611.117246.02-70 ВЗ	Вигляд загальний		
						Складальні одиниці		
Справ. №			1		ЛП611.117246.01-70	Рама		
			2		ЛП611.117246.02-70	Кожух корпусу		
			3		ЛП611.117246.03-70	Плита опорна		
			4		ЛП611.117246.04-70	Бункер		
			5		ЛП611.117246.05-70	Система охолодження		
	A2		6		ЛП611.117246.06-70	Корпус		
	A2		7		ЛП611.117246.07-70	Воронка завантажувальна		
	A1		8		ЛП611.117246.08-70	Черв'як		
Подп. и дата						Деталі		
			9		ЛП611.117246.09-70	Втулка		
			10		ЛП611.117246.010-70	Плита несуча		
			11		ЛП611.117246.11-70	Кришка		
Инв. № докл.						Стандартні вироби		
Взам. инв. №			12			Болт фундаментний		
			13			М30x400		
Подп. и дата			14			Болт М6x16 ГОСТ 7798-70	8	
			15			Болт М10x25 ГОСТ 7798-70	10	
			16			Болт М16x90 ГОСТ 7798-70	6	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП611.117246.02-70 СП		
	Разраб.	Куценко				Экструдер одночервячный ЧП-63		
	Проб.	Сідаров						
	Н.контр.							
	Утв.	Гондляр						
	Лит.	Лист	Листов					
		1	2	НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського ІХФ, ЛП-61-1				

[illegible]

[illegible]

Копировал

Формат А4

		Формат		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Зона	Паз.					
Перв. примен.								
					Документація			
Справ. №	A1			ЛП611.117246.02-70СБ	Складальне креслення			
					Деталі			
		1		ЛП611.117246.02-70	Станина	1		
		2		ЛП611.117246.02-70	Нажимна шайба	1		
		3		ЛП611.117246.02-70	Діафрагма	1		
		4		ЛП611.117246.02-70	Притискна втулка	1		
		5		ЛП611.117246.02-70	Пружина	1		
		6		ЛП611.117246.02-70	Палець	1		
		7		ЛП611.117246.02-70	Притискна шайба	1		
		8		ЛП611.117246.02-70	Втулка	8		
Подп. и дата								
		10			Стандартні вироби			
		11			Вісь 8-14 x 75 ГОСТ 9650-80	4		
		12			Болт М6 x 32 ГОСТ 7798-70	8		
		13			Гвинт М6 x 25 ГОСТ 10339-80	4		
		14			Гайка М16.6.06	3		
		15			Шайба 6 ГОСТ 11371-78	8		
		16			Шайба 16 ГОСТ 11371-78	3		
		17			Шайба 14.65Г ГОСТ 11648-75	4		
					Шпилька М16 x 60 ГОСТ 22032-76	1		
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП611.117246.02-70СБ Пристрій для розсвердлювання отворів φ18 Сборочный чертеж		
	Разраб.	Куценко						
	Проб.	Сідоров						
	Н.контр.							
	Утв.	Гондляр						
						Лит.	Лист	Листов
							1	1
						НТУУ "КПІ"		
						ім. Ігоря Сікорського ІХФ		

Копіював
Формат А4